

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2020.04.015

独塔单索面预应力斜拉桥爆破拆除

周祥磊, 陈德志, 罗鹏, 李本伟, 胡浩川, 周应军, 李克菲, 陈晨
(中钢集团武汉安全环保研究院有限公司, 武汉 430081)

摘要: 针对在市区复杂环境下爆破拆除独塔单索面预应力斜拉桥, 采用桥面原地坍塌爆破技术与主塔定向控制爆破技术相结合的手段成功爆破拆除金婺大桥。重点介绍大桥主塔、主墩和梁块的爆破参数、起爆网路以及安全防护措施。通过主塔钻孔预切割、桥面机械破除的预处理方式, 采用孔内、孔外相结合的延时起爆技术, 并采取立体防护措施和混合缓冲垫层, 使大桥解体充分, 取得了良好的爆破效果。爆破飞石、冲击波和爆破振动均在安全允许范围内, 未对周围建(构)筑物造成损害。

关键词: 独塔单索面预应力斜拉桥; 控制爆破; 原地坍塌; 预处理; 混合缓冲垫层

中图分类号: TD235.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-487X(2020)04-0089-05

Blasting Demolition of Prestressed Cable-Stayed Bridge with Single Tower and Single Cable Plane

ZHOU Xiang-lei, CHEN De-zhi, LUO Peng, LI Ben-wei, HU Hao-chuan, ZHOU Ying-jun, LI Ke-fei, CHEN Chen
(SINOSTEEL Wuhan Safety & Environmental Protect Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430081, China)

Abstract: Jinwu Bridge a prestressed cable-stayed bridge with single tower and single cable plane in urban complex environment. It was successfully demolished by the vertical collapsing and directional controlled blasting technologies on the bridge deck and main tower respectively. This research introduced the blasting parameters, detonation network and safety protection measures of the main tower, main pier and bridge beam. The research adopted pretreatment methods of drilling and precutting of the main tower and mechanical destruction of the bridge deck. Then, a delayed detonation technology combining the in-hole delays and out-hole delays was adopted. Meanwhile, a three-dimensional protection measure and a mixed cushion were implemented. The bridge was fully disintegrated and a good blasting effect was achieved. Flying rocks, shock waves and blasting vibrations were all within the allowable range of criterions, and there were no damage to the surrounding buildings (structures).

Key words: prestressed cable-stayed bridge with single tower and single cable plane; controlled blasting; in-situ collapse; pretreatment; mixed cushion

1 工程概况

1.1 桥梁结构

金婺大桥为独塔单索面预应力斜拉桥, 该桥全

长 260 m, 桥宽 24.7 m, 厚 2.2 m。主塔高 64 m, 长 5 m, 宽 2.7 m, 桥面下与主墩相连; 主墩长 17 m, 宽 5 m, 河床面以上高 9.5 m, 河床下为基础, 基础深度为 8 m; 主梁为单箱三室预应力混凝土薄腹箱梁, 由 19 个梁块组成, 梁块呈倒梯形, 上边长 27 m, 下边长 13.5 m, 高 2.2 m, 除顶板与腹板、底板与腹板相交处壁厚增大, 其余壁厚均为 0.25 m, 共 3 个仓; 9 对斜拉索呈平行对称布置, 水平夹角为 30°, 梁上索距为 9 m。大桥结构如图 1 所示。

收稿日期: 2020-07-23

作者简介: 周祥磊(1998-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事爆破工程与安全技术的学习与研究, (E-mail) 1033461535@qq.com。

通讯作者: 陈德志(1970-), 男, 正高级工程师、博士, 主要从事爆破工程及爆破技术研发, (E-mail) 345488258@qq.com。

表 1 主塔孔网参数表

Table 1 Main tower hole network parameters table

部位	炮孔直径/ mm	孔距/ m	排距/ m	炮孔 孔深/m	堵塞 长度/m	炸药单耗/ (kg·m ⁻³)	单孔药量/ kg	孔数/个	总装药量/ kg
1区 下4排	40	0.38	0.5	1.5~1.8	0.30	3.42	1.2~1.5	48	64.8
1区 上6排		0.42	0.5	0.9~1.4	0.30	2.54	0.6~1.1	66	56.1
2区		0.50	0.3	0.39	0.32	0.52	0.067	18	1.2
								合计 132	合计 122.1

(3) 爆破网路

采用“孔内延时、孔外接力的大把抓网路”(每把不超过20根),用2发MS1交叉复式连接^[5,6],最

后用2发MS1接入主网路,自两端向中间传爆。1区、2区孔内网路示意图如图3所示。

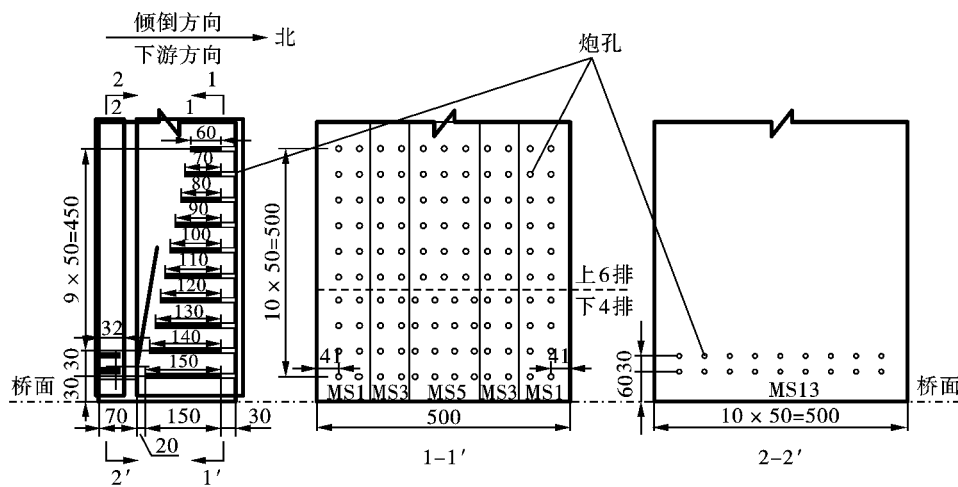


图 3 主塔孔网参数图(单位:cm)

Fig. 3 Schematic diagram of main tower mesh parameters (unit:cm)

3.2 主墩

(1) 布孔形式和孔网参数

选择在主墩东侧17m×9.5m面和南北两侧圆弧部位布置炮孔,主墩炸高为6m,如图4所示。由于南侧部位距离钢便桥较近,在此方向桥墩弧形部

位采用小孔径布孔,使药包分部更均匀,单段药量和单耗更低。在主墩中间矩形部位高度为1.75m、3.25m处布置两排空孔,为爆破部分提供新的自由面。主墩装药结构如图5所示,主墩孔网参数见表2。

表 2 主墩孔网参数表

Table 2 Main pier network parameters table

炮孔位置	炮孔直径/mm	炸药单耗/(kg·m ⁻³)	孔数/个
第1、2列	40	平均单耗为1.41	
第3列	90		
第4~8列和第2'-7'列	90	第1~3行1.44 第4行1.70 第5行2.00	96
第1'列	90	1.57	
两排空孔	90	/	

(2) 爆破网路

主墩孔内使用半秒导爆管雷管(4500ms),孔

外列间延时起爆,分8个段别,每列间形成50ms时差间隔。由南侧第1列至第8列,北侧第1'列至第

7'列,每排用 2 发 MS3(50 ms)传爆(第 1 列用 4 发传爆),并接入下一列,连至第 1'列后用 4 发 MS3 接入主网路。起爆时间为 4500 ~ 4850 ms。

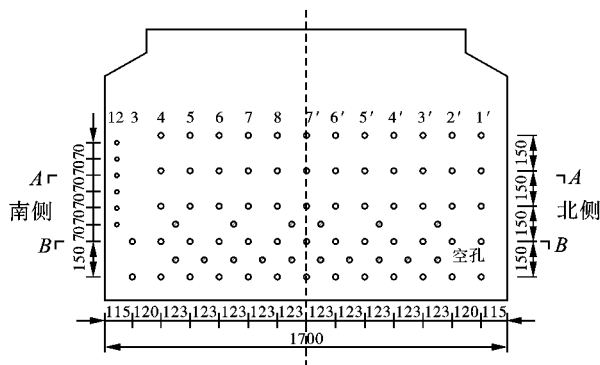


图 4 主墩布孔图(正视图)(单位:cm)
Fig. 4 Schematic diagram of main mop hole (front view) (unit:cm)

3.3 桥面爆破参数

对桥面两侧的人行道和部分上桥面进行机械破碎处理^[7,8],对腹板和底板进行爆破处理。

(1) 布孔形式和孔网参数

在梁块内部斜面、腹板及底面采用矩形布孔方式,共设 5 排孔。由于在底板与腹板相交处钢筋密集,厚度增大,该处炮孔深度增大为 25 cm,单孔药量增大。梁块炮孔布置如图 6 所示,梁块孔网参数详见表 3。

(2) 爆破网路

梁块上所有炮孔同时起爆,孔内采用半秒延期雷管 HS4(1500 ms),孔外“大把抓”(每把不超过 20 根),用 2 发 MS1 交叉复式连接,最后用 2 发 MS1 接入主网路。

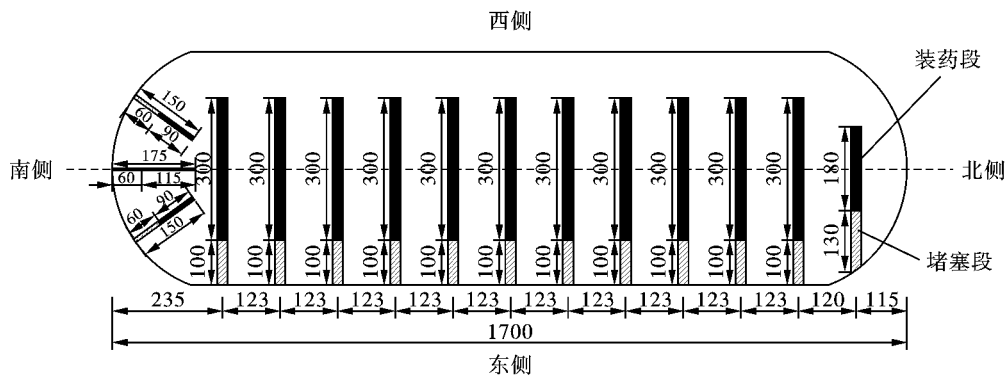


图 5 主墩装药结构示意图(单位:cm)
Fig. 5 Schematic diagram of main pier charge structure(unit:cm)

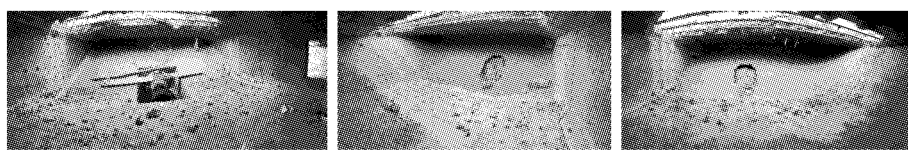


图 6 梁块布孔示意图(单位:cm)
Fig. 6 Schematic diagram of hole layout of beam block (unit:cm)

表 3 梁块孔网参数表

Table 3 Beam block mesh parameters table

炮孔类别	炮孔直径/mm	排距/m	孔距/m	炮孔孔深/m	堵塞长度/m	炸药单耗/(kg/m ³)	单孔药量/kg	孔数/个	总装药量/kg
一般炮孔	40	0.3	0.25	0.15	0.10	3.2	0.050	285	14.25
加深炮孔				0.25	0.15		0.067	18	1.20
								303	15.45

3.4 全桥起爆网路

采用导爆管雷管孔内、孔外分段延时起爆,将全桥爆破部位划分为主塔(1 区、2 区)、梁块、主墩 3 个部分,起爆顺序:主塔 1 区→主塔 2 区→梁块→主墩。爆破网路如图 7 所示。

4 爆破安全及防护措施

4.1 近体防护措施

(1)主塔:沿外侧包裹土工格栅,搭设竹跳板,覆盖防晒网和堆沙袋墙。

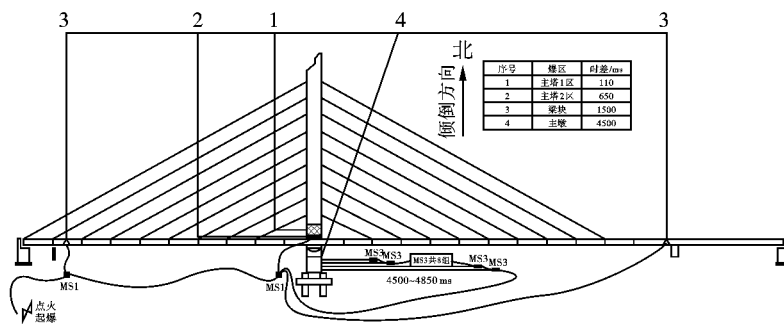


图7 全桥起爆网路示意图

Fig. 7 Schematic diagram of full bridge initiation network

(2)主墩:在使用土工格栅和竹跳板之后,以主墩为中心沿桥面走向覆盖防晒网,最后在主塔南侧堆“U字型”土堆。

(3)桥面:在对应的爆破区域覆盖防晒网,并在炮孔上覆盖沙袋^[9]。

4.2 专项防护

(1)自来水管的安全防护:用钢板、废渣、沙袋、废旧轮胎和防晒网组成混合缓冲垫层,以降低主塔倒塌的触地冲击荷载^[10]。

(2)地下管线的安全防护:考虑到大桥东侧桥头处有高压线缆,西侧有地下天然气管道,故在两侧管网上方铺设沙堆,并进行覆盖防护^[11]。

(3)堤坝的安全防护:通过在西侧桥面下端与堤坝上端空间密集堆码沙袋,减弱梁块对江堤的冲击。

5 爆破效果

起爆后,主塔向北顺利倾倒,桥面、主墩完全坍塌于河床上,所有炮孔均准确起爆,整个爆破十分成功。

(1)主塔按设计倾倒方向倒塌,主塔向下游方向(北侧)前倾约8.7 m。

(2)桥面触地,梁块解体充分,左侧梁块向中心移动约8.8 m,右侧梁块向中心移动约14 m。

(3)主墩爆破部位完全粉碎,爆破飞散物最远约10 m,未对钢便桥造成任何影响。

(4)对大桥周边多处建(构)筑物进行爆破振动检测,测得数据均满足《爆破安全规程》(GB6722—2014)的要求^[12],爆破振动未对周边建(构)筑物造成损害。见图8~图10。

6 结语

(1)对于在市区复杂环境下独塔单索面预应力斜拉桥的爆破拆除,根据其结构特点,采用原地坍塌爆破技术与定向控制爆破技术相结合的手段,使得桥梁按主塔→梁块→主墩顺序分段顺利倒塌。



图8 主塔爆后效果图

Fig. 8 Effect picture of main tower after explosion



图9 梁块移动效果图

Fig. 9 Effect picture of beam movement



图10 主墩爆后效果图

Fig. 10 Effect picture of main pier after explosion

(2)针对主墩这类大体积混凝土应采用潜孔钻机钻孔作业。对主墩爆破切口后侧进行钻孔切割,保证了支撑部分在爆破切口形成时的完整性与支撑能力,以保证倾倒方向的准确性。